



DIGITAALINEN RÖNTGEN- KUVANTAMINEN

Power point – materiaali opiskelun tueksi

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala			
Koulutusohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma			
Työn tekijä Salla Silen			
Työn nimi Digitaalinen röntgenkuvantaminen, Power point – materiaali opiskelun tueksi			
Päiväys	6.5.2014	Sivumäärä/Liitteet	37/9
Ohjaaja Tuula Partanen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia ammattikorkeakoulu, Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö oli toiminnallinen opinnäytetyö. Työn tarkoituksena oli tuottaa oppimateriaali digitaalisen kuvantamisen perusteista opiskelujen alkuvaiheessa oleville röntgenhoitajaopiskelijoille. Oppimateriaalin tavoitteena on auttaa digitaalisen kuvantamisen teoreettisen opiskelua, tutustuttaa digitaalisen detektorin ja kuvalevyjen toimintaan ja olla tukena työharjoittelun alkuvaiheessa.</p> <p>Aineisto oppimateriaaliin kerättiin kirjallisuudesta. Työssä on analysoitu radiologian ajankohtaisesta kirjallisuudesta ja lehtien artikkeleista koottua materiaalia kirjallisuuskatsauksen tapaan, tarkasti valikoiduista artikkeleista kerättiin käsitellyt aiheet ylös. Näitä eniten käsiteltyjä aiheita olivat erilaisten detektorityyppien tekniikat, suora- ja epäsuora digitaalinen kuvantaminen, digitaalisen kuvantamisen edut, kuvanlaatu, digitaalisen kuvantamisen optimointi ja käytetyt kuvausarvot ja digitaalinen kuva. Näistä aiheista koottiin työn tuotos eli oppimateriaali.</p> <p>Työn tuotos eli oppimateriaali digitaalisen kuvantamisen opiskelun tueksi on Power point – pohjainen diasarja, jonka voi jakaa opiskelijoille sähköpostin liitteenä, Moodlen verkkoympäristössä tai paperisena versiona. Oppimateriaali esittelee digitaalisen kuvantamisen perusteet lyhyesti selkeällä kielellä.</p> <p>Oppimateriaalia voisi kehittää opiskelijoiden arvioinnin avulla. Opiskelijoille tehtävällä kyselyllä voitaisiin selvittää, minkä aihealueen he kokevat vaikeaksi digitaalisessa kuvantamisessa, jonka jälkeen voitaisiin keskittyä toteuttamaan kyselyn tulosten aihealueisiin liittyvää materiaalia.</p>			
Avainsanat Digitaalinen kuvantaminen, verkko-oppimateriaali			

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Radiography and Radiationteraphy			
Author Salla Silen			
Title of Thesis Digital X-ray, Power point material to support studying			
Date	6.5.2013	Pages/Appendices	37/9
Supervisor Tuula Partanen			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences, Degree Programme of Radiography and Radiotherapy			
<p>Abstract</p> <p>The thesis was carried out as a development work. The purpose of this thesis was to produce an educational material of digital imaging basics for radiographer students who have just begun their studies. The aim of the thesis was to help to study the theory of digital imaging, to introduce digital detectors and to support the early stages of work practice.</p> <p>The material for the educational material was collected from the literature.</p> <p>The thesis analyzed the current literature and newspaper articles on radiology by the literature review method, selected articles were carefully collected from the subject matters that were covered. The most discussed points were the various techniques of the detector, direct and indirect digital imaging, digital imaging advantages of image quality, digital imaging, optimization and a description of the values used and the digital image. These topics are summarized in the work of educational material.</p> <p>Educational material of digital imaging is the Power Point -based photo slide show, which can be distributed to students as an email attachment or as a hard copy in a network location for the Moodle version. Study material presents digital imaging criteria briefly in a clear language.</p> <p>Study material could be developed with the student's assessment. A survey could be carried out among students to find out what subject they will find difficult to understand in digital imaging. This could be followed up by focusing on producing the study material related to the findings of the survey.</p>			
Keywords Digital imaging, Web-based learning			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	DIGITAALINEN KUVANTAMINEN RADIOGRAFIATYÖSSÄ	7
2.1	Säteilyn tuotto ja kuvanmuodostus.....	7
2.2	Digitaalinen kuva.....	8
2.3	Kuvanlaatu	9
2.4	Digitaalisen kuvantamisen detektorityypit.....	10
2.4.1	Suoradigitaalinen kuvantaminen	10
2.4.2	Langaton kannettava detektori	11
2.4.3	Epäsuora digitaalinen kuvantaminen	11
2.4.4	Kuvalevykuvantaminen	11
2.5	Perinteisen digitaalisen kuvalevykuvantamisen ja digitaalisen kuvantamisen erot	12
2.6	Kuvausarvot ja kuvanlaadun optimointi.....	13
3	VERKKO-OPPIMINEN JA VERKKO-OPPIMATERIAALI	14
3.1	Verkko-oppimateriaali opiskelun tukena	14
3.2	Oppimateriaalinen tuottaminen.....	15
4	TARKOITUS JA TAVOITE	16
5	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	17
5.1	Toiminnallinen opinnäytetyö.....	17
5.2	Suunnittelu ja ideointi.....	17
5.3	Toteutus	19
6	POHDINTA.....	22
	LÄHTEET	25
	LIITTEET	VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY.

1 JOHDANTO

Röntgensäteiden käyttö lääketieteen yhteydessä on jo yli sata vuotta vanha keksintö. Röntgensäteily on pysynyt samankaltaisena koko ajan, mutta säteilytiedon tallentamisvälineet ovat muuttuneet ja kehittyneet aikojen kuluessa. Kuvantamislaitteiden kehittyminen mahdollistaa parempilaatuisten röntgenkuvien tuottamisen nopeammin kuin ennen. Kuvantamislaitteistot ovat monimutkaisia kokonaisuuksia ja vaatimukset niiden käytölle ovat korkeat. Kuvantamislaitteistoa käyttävien röntgenhoitajien ja radiologien on kouluttauduttava laitteistojen kehityksen mukana. Digitaalisuus on avainasemassa nykyajan röntgenyksiköissä. Erilaiset kuvantamismenetelmät ovat tärkeä osa potilaiden tutkimisen diagnostiikkaa. (Jurvelin 2005a, 11.)

Viime vuosikymmeninä käyttöön otetut säteilytiedon tallentimet eli digitaaliset detektorit ovat tehneet kuvantamisesta optimaalisempaa ja sädehygieenisempää. Röntgenhoitajien työtä uusi tekniikka on helpottanut fyysisesti. Kuvantamislaitteet tarjoavat kuvausalueen mukaisia kuvausarvoja, mikä helpottaa röntgenhoitajan työtä mutta voi johtaa myös vikaan, jollei työn perusteista ole käsitystä. Röntgenhoitajan työn todellinen osaamisalue, säteilyn käytön asiantuntijuus jää toissijaiseksi, kun kuvantamislaitteiden tekniikkaan luotetaan liiallisesti ja annetaan koneen päättää käytettävät kuvausarvot. (Tapiovaara, Pukkila, & Miettinen 2004, 15.)

Röntgenkuvantaminen jaetaan analogiseen ja digitaaliseen kuvantamiseen. Analoginen kuvantamismenetelmä tarkoittaa perinteistä filmikasetille tallentamista. Digitaalinen kuvantaminen voidaan jakaa kahteen alaryhmään; suoraan ja epäsuoraan digitaaliseen kuvantamiseen. Suorassa digitaalisessa kuvantamisessa kuvailmaisoin muuntaa säteilyn suoraan digitaalseksi kuvaksi. Epäsuoran kuvantamisen perusperiaate on, että kuva muodostuu välivaiheen kautta. Epäsuorassa digitaalisessa kuvantamisessa säteily muunnetaan kuvanluennalla digitaalseksi kuvaksi. Kuvalevykuvantaminen toimii epäsuorana kuvantamismenetelmänä. Kuvalevykuvantamisessa digitaalinen kuva luetaan kuvalevyltä erillisessä kuvalukijalaitteessa. (Jurvelin 2005b, 32.)

Oppinäytetyöni on toiminnallinen oppinäytetyö, jossa tarkoituksena on tuottaa Power point – pohjainen oppimateriaali digitaalisesta kuvantamisesta alkuvaiheen röntgenhoitajaopiskelijoille. Oppimateriaalin tavoitteena on auttaa digitaalisen kuvantamisen teorian tiedon opiskelua, tutustuttaa digitaalisen detektorin ja kuvalevyjen toimintaan ja olla tukena työharjoittelun alkuvaiheessa. Oppimateriaalin tavoitteena on selkeyttää digitaalisen kuvantamisen teorian tiedon opiskelua.

Natiivikuvantamisen perusteet ovat ensimmäinen kuvantamismenetelmä, jota röntgenhoitajaopiskelijat opiskelevat. Tämä opiskelu luo pohjaa muille kuvantamismenetelmille. Suomessa tehdään eniten keuhkojen ja luuston röntgenkuvauksia (Säteilyturvakeskus 2014), joten tämän osaamisalueen hallitseminen on tärkeää röntgenhoitajan työssä. Opiskelujen alkuvaiheessa voi olla hankalaa ymmärtää digitaalisen kuvantamisen perusteita.

Tietoa oppimateriaaliin kokoan kirjallisuuskatsauksen avulla. Kirjallisuuskatsaukseen kerään materiaalin tekemällä kirjallisuushakuja, joiden tuloksista valitsen ensin otsikkokriteerin mukaisesti aiheita käsittelevät artikkelit. Artikkelien tulee käsitellä digitaalista kuvantamista ja sen perusteita, digitaalisen kuvantamisen eri detektorityyppejä, digitaalisen kuvantamisen ja perinteisen digitaalisen kuvalevykuvantamisen eroja tai röntgenhoitajan työtä digitaalisen kuvantamisen yhteydessä. Kerättyä materiaalia tarkastelen kirjallisuuskatsauksen tapaan; kirjaan artikkeleista digitaalista kuvantamista käsitelleet aiheet ylös, useimmin käsitellyt asiat tuon esille oppimateriaaliin. Oppimateriaali on Power point – pohjainen esitys. Oppimateriaalissa esitellään digitaalisen kuvantamisen perusteita, säteilyn tuottoa, digitaalista kuvaa, kuvan laatua, suoraa- ja epäsuoraa digitaalista kuvantamista, kuvalevykuvantamista, kuvantamisen optimointia ja digitaalisen kuvantamisen etuja.

2 DIGITAALINEN KUVANTAMINEN RADIOGRAFIATYÖSSÄ

Digitaalinen kuvantaminen on kehittynyt isoin harppauksin viime vuosikymmeninä. Kuvalevykuvantaminen oli ensimmäisiä digitaalisia kuvantamistyppejä. Kuvalevykuvantamisen laitteisto kehiteltiin 80-luvun alkupuolella ja 90-luvulla digitaalinen kuvantaminen siirtyi uuden tekniikan aikakaudelle taulukuvailmaisinten myötä. Perinteistä filmikuvantamista ei käytetä enää juuri lainkaan. (Lança & Silva 2013, 2.)

Merkittävin ero suoradigitaalisessa kuvantamisessa filmi- ja kuvalevykuvantamiseen on irrallisten kuvakasettien puuttuminen. Kuvannettava informaatio tallentuu detektorin matriisille, josta se siirtyy suoraan sähköisesti kuvapääteelle, jossa kuvaa voi tarkastella, muokata ja tallentaa sähköiseen potilastietojärjestelmään. (Lehnert ym. 2011, 1370.)

Seuraavissa kappaleissa esittelen digitaalisen röntgenkuvantamisen perusteita. Säteilyntuotto tapahtuu katodin ja anodin välisen jännitteen avulla. Röntgenputkessa syntyvät säteet kohdennetaan haluttuun kuvauskohteeseen, jonka säteet lävistävät. Eri lailla absorboituneet säteet muodostavat röntgenkuvan. Digitaalisen röntgenkuvan eri harmaasävyt muodostavat kopion kuvatusta kohteesta kuvamatriisille. Digitaalisen kuvan laatua voi parantaa jälkikäsittelyn eri keinoin tarpeen mukaan. Tässä työssä olen jaotellut digitaaliset detektorit niiden säteilyn muuntamiskyvyn mukaan epäsuoriin digitaalisiin detektoreihin ja suoradigitaalisiin detektoreihin. Tarkastelen epäsuorien ja suoradigitaalisten ja detektorityyppien eroja ja miten nämä erot näkyvät röntgenhoitajan käytännön työssä. Käsittelem röntgenkuvantamisessa käytettäviä kuvausarvoja ja mitkä asiat vaikuttavat kuvausarvojen valintaan. Lopuksi kertaan optimoinnin keinoja ja vaikutusta potilaan sädeannokseen.

2.1 Säteilyn tuotto ja kuvanmuodostus

Digitaalinen kuvantaminen toimii samoin perustein säteilyn tuoton osalta kuin kuvalevykuvantaminen tai filmikuvantaminen. Röntgenputken sisällä katodin hehkulankaan johtuu virtaa, hehkulanka kuumenee ja elektronit muodostavat elektronipilven. Röntgenputken putkijännite saa elektronit liikkeelle katodilta, ne törmäävät anodiin kovalla vauhdilla. Anodiin törmäävät elektronit tuottavat röntgensäteilyä. (Jurvelin 2005b, 33.)

Elektronien törmätessä anodin atomeihin, vain pieni osa niistä synnyttää röntgensäteilyä, suurin osa muuntuu lämpöenergiaksi. Röntgenputki tuottaa kahdella eri tavalla röntgensäteilyä; jarrutussäteilyä eli elektronien hidastuessa syntyy säteilyä ja karakteristisena säteilynä, jolloin anodin atomien elektronien muodostaman verhon viritykset purkautuvat. (Tapiovaara ym. 2004, 21–23, 25.) Röntgenputken säteilyä säädetään putkijännitteen (kV -kilovoltti) ja putkivirran (mA – milliampeeri) avulla. Jännitteen nostaminen nopeuttaa elektronien liikettä ja lisää niiden energiaa. Putkivirran lisääminen kasvattaa fotonien määrää. Putkessa syntyvän säteilyn kokonaismäärästä kertoo mAs-arvo (milliampeerisekunti), mitä isompi mAs sitä enemmän säteilyä on syntynyt. (Jurvelin 2005b, 42, Tapiovaara ym. 2004, 21–23.) Röntgenputkessa syntyy myös hyvin pienien energistien säteilyä, joka ei edesauta röntgenkuvan muodostumista, vaan aiheuttaisi potilaalle ylimääräistä säderasitusta. Tätä

pienienergistä säteilyä suodatetaan yleensä alumiini tai kuparilevyllä röntgenputken säteilyikkunassa. (Tapiovaara ym. 2004, 21–23, 25.)

Kuvantamisen kohdetta eksponoidaan eli käytetään säteilyä kuvan muodostamiseksi, säteily kulkee kohteen läpi absorboituen ja siroten samalla eri suuntiin. Kohteen läpäisevä säteily tallentuu kohteen takana olevalle detektorille eli kuvan tallentimelle, tuottaen kohteesta röntgenkuvan. Mitä huokoisempaa ainetta säteily kohtaa, sitä helpommin se sen läpäisee. Jos aine taas on hyvin tiivistä, tapahtuu absorptiota eli säteilyn vaimenemista enemmän. Esimerkiksi luun kohdasta säteilyä ei juuri etene detektorille asti ja röntgenkuva jää sen kohdalta valkoiseksi. Pehmeät kudokset ja esimerkiksi ilmaa täynnä olevat keuhkot läpäisevät hyvin säteilyä, jolloin detektorille pääsee paljon säteilyä, keuhkojen alue näkyy siis tummana. (Tapiovaara ym. 2004, 61–62.)

2.2 Digitaalinen kuva

Digitaalinen kuva koostuu numeroarvoja eli pikseleitä sisältävästä kuvamatriisista. Yksi pikseli vastaa kuva-alkion säteilyn määrää, joka on savuttanut detektorin juuri kyseisellä kohdalla. Jokaista pikselin numeroarvoa vastaa eri värisävy, radiologisissa natiivikuvissa kuvissa käytetään vain eri harmaan sävyjä mustan ja valkoisen välillä. Eri numeroarvojen määrä kertoo kuvan syvyyden, röntgenkuvissa näitä värisävyjä voi olla useasta sadasta tuhanteen. Syvyysvaikutelma tekee röntgenkuvasta kaksiulotteisen. Matriisikoko riippuu käytettävästä kuvantamistekniikasta, digitaalisissa röntgenkuvissa käytetään isoja matriisikokoja. (Jurvelin 2005b, 26–27, 38.)

Kuviin liitetään aina potilaan henkilötiedot ja kuvat siirtyvät sähköiseen kuva-arkistoon kyseisen potilaan tiedostoon. (Körner, Weber, Wirth, Pfeifer, Reiser & Treitl 2007, 676.) Digitaaliset kuvat ovat haettavissa helposti tietokoneella sähköisestä arkistosta uudestaan, niitä voi tarkastella eri toimipisteissä ja siirtää potilaan mukana eri sairaalaan sähköisen arkiston avulla. (Tapiovaara ym. 2004, 59.)

Digitaalisilla kuvilla on hyvät muokkausmahdollisuudet kuvaamisen jälkeen. Kuvia voi muokata katselun aikana; suurentaa tai pienentää, muuttaa harmaa-asteikkoa, mitata etäisyyksiä kuvan eri kohteissa ja ikkunoida kuvaa tarvittaessa. (Körner ym. 2007, 676.) Kuvaa voi muokata siten että saadaan sen diagnostisuus paremmaksi. Kuvaa voi käsitellä käyttökohteen mukaiseksi eli mitä kuvasta halutaan diagnosoida, joissain tapauksissa diagnoosin tekeminen voi hankaloitua, jos kuvaa ei muokata ennen diagnosointia. Kuvaa voi käsitellä yksinkertaisin keinoin kirkkauden ja kontrastin säädöillä ja hyvin monimutkaisin ja tarkoin säädöin, jotka tuovat anatomian tarkkoja yksityiskohtia esiin. (Lança & Silva 2013, 109–110.)

2.3 Kuvanlaatu

Kuvanlaatu vaikuttaa diagnoosin tekemiseen; hyvälaatuista kuvaa on helppo tutkia, huonolaatuises-
sa kuvassa oleelliset asiat diagnoosin kannalta voivat jäädä näkymättä. (Marsh & Malone 2000, 37–
42). Hyvässä röntgenkuvassa tulee näkyä pyydetty anatominen alue kokonaan ja kuvan tulee olla
sovittujen kuvausohjeiden mukainen. Kvantulkitsija ei välttämättä näe potilasta lainkaan, joten ku-
vassa olevat epäselvyydet jäävät selvitetäväksi vain kuvan avulla, kvantulkitsija ei voi tietää johtu-
vatko kuvassa olevat poikkeukset potilaan anatomiasta vai potilaan asettelusta. Tässä suhteessa ku-
vien merkinnät ovat myös ensiarvoisen tärkeitä, jotta virheen mahdollisuus vähenisi. (Tapiovaara
ym. 2004, 79.) Tärkeimmät kuvanlaadun tekijät ovat kontrasti, kohina ja terävyys, ne vaikuttavat
kuvan yksityiskohtien näkyvyyteen, ne liittyvät toisiinsa siten, että toista parantaessa toisen ominai-
suus heikkenee. (Tapiovaara ym. 2004, 83.)

Kontrasti tarkoittaa kuvan sävyvaihtelua, eli miten paljon kuvassa näkyy eri harmaan sävyjä mustan
ja valkoisen välillä. Kun värisävyjä on paljon, on kontrasti suuri ja kun värisävyjä on vähäisesti, on
harmaaskaala matala ja kontrasti pieni. Kontrasti ilmaisee kuvan alueella kirkkauden eroja. Hyvässä
röntgenkuvassa tulee olla kontrastisuutta, jotta yksityiskohtia voitaisiin erottaa. Kontrasti syntymi-
seen vaikuttaa säteilyn voimakkuus ja sen vaimeneminen potilaan läpi kuvareseptorille siirtyessä.
Kontrastiin vaikuttaa myös hajasäteily, jota siroaa potilaasta. Hajasäteilyyn eli sirontaan vaikuttaa
potilaan ja kuvakentän koko, jotka molemmat lisäävät sirontaa suurentuessaan. Sirontaa voi rajoit-
taa mahdollisimman pienellä kenttäkoolla, hilalla tai ilmavälillä eli potilas sijoittuu normaalia etääm-
mäksi kuvareseptorista tämä tosin lisää suoraan potilasannosta. Digitaalisessa kuvantamisessa ku-
van kontrastia voi säätää kuvan oton jälkeen, kontrastin lisääminen lisää myös kohinaa, mikä vas-
taavasti huonontaa kuvan laatua. (Tapiovaara ym. 2004, 83–86.)

Wiener spectri kuvaa kohinan ja paikkaerotuskyvyn suhdetta. (Marsh & Malone 2001, 37–42.)
Paikkaerotuskyvyn parantaminen eli koneen kyky esittää kohde tarkkana kopiona vaikuttaa kuvan
resoluutioon eli miten terävänä ja selkeänä kohde erottuu. Paikkaerotuskyvyn parantamisen mahdol-
lisuudet riippuvat aina laitteen teknisistä ominaisuuksista. (Prokop & Schaefer-Prokop 1997, 73–82.)
Röntgenkuvan terävyyteen vaikuttaa laitteen tekniset ominaisuudet, terävyyden ilmaisemisen tark-
kuus, säteily ja sironta, kuvattavan kohteen ominaisuudet, kohteen etäisyys ja potilaan paikallaan
pysyminen. (Samei 2003, 49.)

Kohina tekee kuvan epätarkaksi ja voi pilata kuvan. Kohina vähenee kuvausarvoja nostaessa, mikä
nostaa taas potilasannosta, eli kuvassa on hyvä olla sopivassa määrin kohinaa. Kohinaa syntyy ku-
vanmuodostuksesta kvanttikohinana. (Tapiovaara ym. 2004, 92.) Signaali-kohinasuhde (SNR) kuvaa
kontrastin ja kohinan suhdetta röntgenkuvassa. Kuvan diagnostisen laadun kannalta signaali-
kohinasuhteessa tulisi signaalin määrän olla isompi, signaali-kohinasuhteen kasvaessa kuvan laatu
paranee eli potilas saa isomman säteilyannoksen. (Lança & Silva 2008b, 137.)

Terävyys saa kohteen kuvautumaan siten, että kohteen reunat kuvautuvat juuri niin tarkasti kuin ne oikeasti ovat. Huono terävyys saa kuvan näyttämään utuiselta, selkeitä eroja eri alueiden välillä ei ole vaan sävyt eri alueiden välillä muuttuvat pehmeästi. Erotuskyky eli resoluutio kuvaa myös kuvan terävyyttä, hyvästä erotuskyvystä kertoo vierekkäisten yksityiskohtien erottuminen. (Tapiovaara ym. 2004, 86.) Pikselien koko ja määrä määrittää digitaalisen kuvan terävyyttä, eli kun pikselit ovat pieniä, mahtuu niitä matriisille paljon, jolloin kuva on hyvin terävä. Muut tekijät kuvanmuodostuksessa saattavat estää pienen pikselikoon tuomaa erotuskykyä. (Tapiovaara ym. 2004, 92.) Modulaation siirtofunktio (MTF) kuvaa kohteen piirtymistä röntgenkuvaan ja kuinka tarkasti ja terävästi laite toistaa erilaisia kuvasuhteita. (Marsh & Malone 2001, 37–42).

Signaali-kohina suhde, modulaation siirtofunktio ja wiener spectri muodostavat yhdessä kvanttiefektiivisyyden (DQE). Kvanttiefektiivisyys kertoo detektorin tehokkuudesta muuntaa säteilyä signaalista kuvaksi. Kvanttiefektiivisyys on olennainen asia kohteen yksityiskohtien näkyvyyden kannalta, se kertoo kohinan ja kontrasti yhteisvaikutuksista. (Chotas, Dobbins & Ravin 1999, 598.)

2.4 Digitaalisen kuvantamisen detektorityypit

Digitaalisen kuvantamisen eri detektorityypit voidaan jaotella suoraan ja epäsuoraan digitaalisen kuvantamiseen. Suoradigitaalista kuvantamista edustaa taulukuvailmaisimet ja langattomat kannettavat detektorit. Epäsuoran digitaalisen kuvantamisen kuvailmaisimia ovat cesiumpohjainen ilmaisim, jonka kuvanluku vaihe on kaksiosainen ja kuvalevykuvantaminen, jonka kuvanlukuun käytetään erillistä kuvanlukijaa.

2.4.1 Suoradigitaalinen kuvantaminen

Suorassa digitaalisessa kuvantamisessa säteilyn fotonit kerätään ja muunnetaan amorfisesta seleenistä valmistetulla sädeherkällä materiaalilla suoraan sähköiseksi varaukseksi. Seleenipohjaisia detektoreja kutsutaan taulukuvailmaisimiksi (Flat panel detector) tai aktiivimatriisidetektoreiksi. (Lança & Silva 2013, 14.)

Taulukuvailmaisimessa käytetään amorfista seleeniä puolijohteena sen absorptiherkkyyden ja korkean resoluution vuoksi. Taulukuvailmaisimen seleenikerros on varautuneessa tilassa ennen eksponointia. Eksponoitaessa säteilyn fotonit absorboituvat ilmaisimen aktiiviseen seleenikerrokseen ja saavat aikaan sähköisen varauksen, joka siirtyy ilmaisimen varauksentallenninelementteihin ohutkalvo kerrokselle (TFT -thin film transistor). Varaus muunnetaan digitaalsiksi arvoiksi vastaamaan kuvaa pikseleinä. Kuvaa voidaan käsitellä ja lopulta siirtää sähköiseen potilasarkistoon. (Lança & Silva 2013, 14, 16; Tapiovaara ym. 2004, 60–61.) Muita suoradigitaalisen kuvantamisen kuvanjohdinmateriaaleja ovat muun muassa lyijyjodidi ja lyijyoksidi (Körner ym. 2007, 676). Lyijyjodidilla ja -oksidilla on korkea avaruudellinen resoluutio ja herkkyys. (Spahn 2005, 1936).

2.4.2 Langaton kannettava detektori

Langatonta kannettavaa detektoria käytetään liikuteltavissa digitaalisissa kuvantamislaitteissa, joilla kuvataan potilaita esimerkiksi osastolla tai ensiavussa. Langaton detektori voi olla röntgenosastolla kiinteän laitteen yhteydessä toimivana, jolloin sen voi liittää thorax -telineeseen tai bucky -pöytään. Langatonta detektoria voi käyttää kuten kuvalevyä, sen toimintakenttä on hyvin laaja, joten haastavatkin projektiot onnistuvat sijoittamalla detektori vaadittuun asemaan, mikä kiinteällä detektorityypillä ei välttämättä onnistuisi. (Lança & Silva 2013, 15.)

Langaton detektori toimii akku virtalähteenään, jolloin sillä voi ottaa useita röntgenkuvia ja siirtää niitä talteen työasemalle myöhempää tarkastelua varten. Langattoman detektorin käytössä edellytyksenä on WLAN – yhteys detektorin ja työaseman välillä, jolloin taltioitu röntgenkuva on välittömästi saatavilla tarkasteltavaksi. (Lança & Silva 2013, 15.) Verkko-yhteydessä oleva detektori siirtää röntgenkuvan kohteesta muutamassa sekunnissa kuvauslaitteen näytölle ja sähköiseen tietojärjestelmään. Langattoman detektorin nopean toiminnan ja kuvansiirron avulla on mahdollista kasvattaa potilasmäärää ja sitä kautta kustannustehokkuutta. Langattoman detektorin säteilyn tallennus ja kuvan tuottaminen ovat tekniikaltaan samanlaisia kuin suorassa digitaalisessa kuvantamisessa. Lisäksi langaton detektori on säteilyn käytön ominaisuuksiltaan toimiva, sillä on hyvä hyötysuhde, absorptio- tehokkuus ja korkea DQE eli kvanttitehokkuus. (Tsoukatos 2010.)

2.4.3 Epäsuora digitaalinen kuvantaminen

Epäsuorassa digitaalisessa kuvantamisessa säteily tallennetaan cesiumjodidista valmistetulle kuvailmaisimelle. Cesiumjodidi ilmaisim voi olla materiaaaliltaan suunnattu tai suuntaamaton, mikä vaikuttaa fotonien siroamiseen ja tallentuvan tiedon määrään. (Lança & Silva 2013, 12, 17.) Cesiumjodidilla on hyvä absorptiokyky sen korkean alkuainejärjestysluvun vuoksi, sekä se on neulamaisen kiteenmuotoinen, jolloin se suuntaa säteilyä kiteen suuntaisesti ja estää hajasäteilyn syntymistä (Spahn 2005, 1936). Suunnattu ilmaisim lisää fotonien havaitsemisen tehokkuutta ja estää niiden siroamisen sivuil- le. Ilmaisim muuntaa säteilyn näkyväksi valoksi, valo muunnetaan sähköiseksi varauksesi detektorin amorfisesta piistä tehdyssä osassa. Varaus puretaan lukijalaitteen avulla kuvamuotoon. Kuva on muokattavissa ja tallennettavissa. (Lança & Silva 2013, 12, 17.) Epäsuora kuvantaminen on toimintaperiaatteeltaan samankaltaista kuin kuvalevykuvantaminen, molemmissa säteily tallennetaan ja puretaan erikseen kuvamuotoon.

2.4.4 Kuvalevykuvantaminen

Kuvalevykuvantaminen toimii epäsuorana kuvantamismenetelmänä kolmivaiheisesti; ensin kohdetta ja kuvalevyä eksponoidaan, kuvalevy luetaan lukijassa ja lopuksi kuvalevy puhdistetaan seuraavaa eksponointia varten erasoimalla se. (Lança & Silva 2013, 13.) Erasoinnissa kuvalevy tyhjennetään skannaamalla se kirkkaalla valolla, joka poistaa jäljelle jääneet viritykset. (Seibert ym. 2006, 9.)

Kuvalevykuvantamisessa säteily tallennetaan valoherkälle kuvalevyille, joka on valmistettu yleensä cesiumjodidista. Kuvalevyä eksponoitaessa säteily absorboituu kuvalevyille saaden kuvalevyn elektronit virittymään. Absorboitunut energia tallentuu kuvalevyn kiderakenteisiin latenttikuvaksi. Kuvalevy luetaan erillisellä lukijalaitteella eksponoinnin jälkeen, punainen lasersäde skannaa kuvalevyn ja purkaa atomien virityksen luettavaksi valomonistinputkella. Analogia-digitaali- muunnin muuntaa viritykset digitaalseksi kuvaksi. Digitaalseksi muuntamisen jälkeen kuva on muokattavissa ja tallennettavissa sähköiseen tietokantaan samalla lailla kuin taulukuvailmaisimella tuotettu röntgenkuva. (Lança & Silva 2013, 13–14.)

2.5 Perinteisen digitaalisen kuvalevykuvantamisen ja suoradigitaalisen kuvantamisen erot

Langattomassa digitaalisessa detektorissa yhdistyvät suoran digitaalisen kuvantamisen ja kuvalevykuvantamisen edut. (Aranibar 2009). Digitaalinen detektori helpottaa ja keventää röntgenhoitajan työtä; työ on ergonomisempaa, kun painavia kuvalevyjä ei tarvitse enää käsitellä (Lehnert ym. 2011, 1370). Osa digitaalisista laitteista pystyy myös ajamaan itse itsensä valittuun kuvausasentoon ja keskittämään kohdistimen (Jurvelin 2005b, 38; Compagnone, Baleni, Pagan, Calzolaio, Barozzi & Bergamini 2006, 901). Potilaan kuvaaminen on nopeampaa kun kuvalevyjen leimaaminen ja kuvan lukeminen lukijalaitteessa jää pois prosessista. (Lehnert ym. 2011, 1370.) Digitaalisten detektorien kanssa työskentely on nopeaa ja aikaa säästävää, käyttökustannukset pysyvät alhaisina. (Jurvelin 2005b, 38; Compagnone ym. 2006, 901.)

Suoradigitaalisen kuvantamisen etuna on kuvien nopea prosessointi, sen suorituskyky ylittää kuvalevykuvantamisen suorituskyvyn. (Lança & Silva 2013, 15.) Suoradigitaalinen kuvantaminen soveltuu hyvin tilanteisiin joissa kuva tarvitaan nopeasti tai kun potilaita on paljon (Körner ym. 2007, 676). Sähköisessä muodossa olevaa kuvaa voi muokata tarpeita vastaavaksi, kuvien arkistointi ja siirtäminen käyttäjien tai arkistojen välillä onnistuu helposti. Digitaalisuuden myötä röntgenkuvien tulkin-taan voidaan helpommin saada konsultaatioapua eli teleradiologinen toiminta helpottuu. (Tapiovaara ym. 2004, 58–59.) Kiinteä digitaalinen detektori tuo haasteita erilaisten potilaiden ja vaikeasti aseteltavien projektoiden kuvantamiseen. Kuvalevy tai langaton digitaalinen detektori ei ole riippuvainen detektoritelineen rajoitetusta toimintakentästä, vaan se voidaan asettaa potilaan ja projektion mukaan tarvittavaan kohtaan. (Aranibar 2009.)

Kuvalevykuvantaminen ei vaadi laitteistolta erityisiä ominaisuuksia, kuvalevyjä voi käyttää saman röntgenputken kanssa jolla kuvataan digitaalisesti tai filmikasetille. Kuvalevykuvantamiseen vaaditaan kuvalevyjä varten tarkoitettu kuvanlukija. (Lança & Silva 2013, 12.) Suora digitaalikuvaus vaatii laitekokonaisuuden; tietokonejärjestelmän, johon mahtuu paljon kuvatietoa, ilmaisimen, sille soveltuvat kuvaustelineet ja röntgengeneraattorin. (Jurvelin 2005b, 38; Compagnone ym. 2006.) Toisaalta Lehnert ym. (2011) kirjoittavat artikkelissaan että digitaaliseen kuvantamiseen siirtymistä helpottaa kun kaikkia laitteiston osia ei tarvitse uusia kerralla, digitaalisen detektorin voi liittää bucky-pöytään tai thorax-telineeseen. Laitteiden liittäminen toisiinsa ja niiden toimivuus lienee laitekohtaista.

Verrattuna filmikuvantamiseen digitaalisella kuvantamisella saadaan pienempi säteilyannos kuvan laadun kärsimättä. Toisaalta siirryttäessä filmikuvantamisesta digitaaliseen kuvantamiseen voivat digitaalisen kuvantamislaitteiston käyttöominaisuudet saada aikaan sen, että potilasannokset nousevat liian suuriksi tekniikkaan tottumattomuuden vuoksi. (Lança & Silva 2008a, 58; Lança & Silva 2013, 2; Vano & Fernandez Soto 2007, 2.) Liian iso kuvausarvo ei välttämättä näy kuvanlaadussa kuvan huonoutena, koska laite pystyy korjaamaan kuvan laatua automaattisesti paremmaksi. Liian isoihin kuvausarvoihin ei osata puuttua pelkän kuvan perusteella kuvien laadun pysyessä tasalaatuisena. Kuvan laadun tarkempaan arviointiin tarvitaan potilasannoksen mittaamiseen ja kuvan laadun tarkkailuun tarkoitettua ohjelmaa. Filmikuvantamisessa liian isot kuvausarvot paljastuvat heti kuvan liiallisena tummuutena. (Vano & Fernandez Soto 2007, 1-2). Tietokonepohjaisessa kuvantamisessa kuvanlaatu on parempi edistyneen tekniikan vuoksi, erityisesti paikkaerotuskyky ja kontrasti tekevät kuvasta laadukkaan. (Jurvelin 2005b, 38; Compagnone 2006.)

2.6 Kuvausarvot ja kuvanlaadun optimointi

Säteilynkäyttöä määrittää Säteilylaki (1991), jonka optimointiperiaatteen perusteella potilaalle aiheutuva säteilyaltistus on pidettävä mahdollisimman alhaisena ALARA-periaatteen mukaisesti (As Low As Reasonable Achievable) ja kuvanlaadun tulee olla riittävä diagnostisiin kuviin. Optimoinnin toteutumiseksi tulee tietää potilaalle tutkimuksesta aiheutuvan säteilyannoksen määrä. Annoksen iso poikkeama voi paljastaa röntgenlaitteen vian tai tutkimuksen virheellisen toteutumisen. Potilaan säteilyannos ja sitä kautta käytetyt kuvausarvot ovat verrannollisia kuvan laatuun ja sen kohinaan. Kuvausarvojen valintaan vaikuttaa se mitä halutaan nähdä tutkittavasta alueesta. Halutaanko pehmytkudoksen ja luun erottuvan selkeästi toisistaan vai halutaanko tarkastella ilman ja pehmytkudosten kontrastieroja. Eri sairauksien diagnostiikka poikkeaa toisistaan siten, että joissain sairauksissa on tärkeää nähdä pienet yksityiskohdat tarkasti, toisissa taas tarkastellaan vain isoja alueita. Kuvausmenetelmä, laitteiston ja tekniikan vaatimukset vaihtelevat kohteen mukaan, potilaan fyysinen olemus lihavuus tai laihuus, vanhuus tai nuoruus vaikuttaa myös kuvausarvojen valintaan. (Tapiovaara ym. 2004, 79, 117, 145.)

Putkijännitteen kasvaessa kasvaa sironta ja läpäisevyys, samalla kontrasti vähenee. Hila poistaa sirontaa ja parantaa kontrastia mutta tällöin tarvitaan isompi putkivirta, joka nostaa potilasannosta. Putkivirran nostaminen lyhentää valotusaikaa, jolloin liikeartefaktoja saadaan vähennettyä. Kuvan tummuus lisääntyy putkivirran noustessa. Epätarkkuutta kuvaan voivat tuoda kuvausgeometriset vääristymät, potilaan liikkuminen ja potilaan kehosta johtuva epätarkkuus, johtuen vartalonmuodoista. Etäisyydestä syntyvää vääristymää voi vähentää siirtämällä röntgenputkea kauemmas kohdetta ja detektoria. (Jurvelin 2005b, 42.)

3 VERKKO-OPPIMINEN JA VERKKO-OPPIMATERIAALI

Verkko-oppiminen on oppimisen muoto, jossa hyödynnetään tietotekniikkaa. Verkko-oppiminen yhdistetään yleensä opiskelijan itsenäiseen etäopiskeluun. Verkko-oppimista pidetään isomman kokonaisuuden opiskeluna oppimisolustalla, jonka kautta yhteistyö muiden opiskelijoiden että opettajan kanssa käydään. Verkko-oppiminen ei kuitenkaan tarkoita yksinäistä opiskelua, vaan se voi olla myös tukena luokassa tapahtuvaan opettajajohtoiseen opiskeluun. Tiedonhaku Internetistä ja vastauksen palauttaminen ja arvioinnin saaminen sähköpostilla on verkko-oppimisen perusmalli. Virtuaalioppiminen kuuluu osana verkko-oppimiseen. Virtuaalioppimisessa opetuksen apuna käytetään tietokoneen avulla virtuaalista ympäristöä havainnollistamaan asioita, kuten esimerkiksi pelit tai simulaatiot. Verkkokurssit ja verkko-oppiminen antaa opiskelijalle vapauksia opiskella oman aikataulunsa mukaisesti. Oppimisolustoilla olevat verkkokeskustelumahdollisuudet antavat kuitenkin tilaisuuden jakaa mielipiteitä myös muiden opiskelijoiden kanssa. Verkko-oppimateriaaleja voivat olla verkko-multimediaesityksiä, erilaiset tiedostot kuten ääni ja – ja tekstitiedostot, tietokoneohjelmat kuten simulaatiot ja pelit. (Keränen & Penttinen 2007, 2-3, 5.)

Kaikkea materiaalia ja aineistoa jota käytetään oppimisprosessissa, voidaan kutsua oppimateriaaliksi. Oppijan tulee saada oppimateriaalista pysyviä muutoksia omiin tietoihin ja taitoihin. (Keränen & Penttinen 2007, 148; Uusikylä & Atjonen 2005, 164.) Digitaalisessa muodossa olevan oppimateriaalin etuna verrattuna painettuun materiaaliin on sen helppo jakelu käyttäjille ja sen ylläpitäminen, digitaalista materiaalia voi päivittää tai muokata tilanteen niin vaatiessa. Materiaali on sähköisessä muodossa opiskelijan saatavilla kun tämä sitä tarvitsee. Materiaalia ei tarvitse tulostaa, mikä tekee kustannussäästöä ja säästää materiaalin jakajan aikaa. Esimerkiksi power point – muotoinen esitys voidaan tallentaa teemakokonaisuuden verkkokurssille. (Keränen & Penttinen 2007, 158.)

3.1 Verkko-oppimateriaali opiskelun tukena

Verkko-oppimateriaali lisää opetuksen monipuolisuutta. Eri muodossa olevat oppimateriaalit havainnollistavat opittavaa ainesta, monipuolistuttavat koulutusta ja tuovat uusia mahdollisuuksia erilaisille tehtäville. Verkko-oppimateriaalia voi käyttää itsenäisesti, työryhmissä tai luokassa ohjattuna. Opiskelijat itse voivat olla osana valmistamassa opiskelumateriaalia tietokoneavusteisesti. (Keränen & Penttinen 2007, 19.) Aiheiden opiskelu ja kertaaminen voi jatkua verkkoympäristössä. Verkon kautta tiedottaminen on nopeaa ja helppoa. Verkko-opiskelulla säästetään kustannuksia että mahdollisia matkakuluja, kun luokkatiloissa tapahtuvan opiskelun voi siirtää esimerkiksi kotikoneelle. Oppimisnäkemysten kehittyessä opettajakeskeisestä oppijakeskeiseksi on itsenäinen opiskelu kasvattanut merkitystään. (Kalliala 2002, 30–31.)

Oppimateriaalin laadun arvioinnissa tarkastellaan materiaalin pedagogista laatua. Oppimateriaalin tulee soveltua siihen opetustarkoitukseen missä sitä käytetään, sen tulee tukea opiskelijaa oppimisessa ja olla opettajan tukena opetuksessa, sekä tukea opettajaa opetuksen kehittämisessä. (Opetushallitus 2012.)

3.2 Oppimateriaalinen tuottaminen

Oppimateriaalin tuottaminen etenee kolmivaiheisena prosessina, jonka osat ovat sisällön suunnittelu, toteutus ja materiaalin julkaisu. Sisällön suunnitteluun kuuluu oppimateriaalin rakenteen ja ilmaissuodon suunnittelu ja sisällön tuottaminen. Toteutusvaiheessa materiaali koostetaan yhtenäiseksi oppimateriaaliksi, jota voidaan käsitellä teemaan ja aihekokonaisuuteen sopivaksi. Oppimateriaali testataan testiryhmällä. Lopuksi materiaali julkaistaan käyttäjiensä nähtäville, materiaalin tuottajan kannattaa säilyttää oikeudet materiaalin muokkaamiseen. (Uusikylä & Atjonen 2005, 166.)

Suunnittelussa huomioidaan kohderyhmän osaamistaso ja tavoitetaso, johon opiskelijoiden tulisi päästä. Kurssin ja oppimateriaalien suunnittelija miettii osaamisen ja tavoitetason perusteella karkeat suuntalinjat materiaalin puitteille. Opetusmateriaalin laitimiselle on laajat puitteet riippuen verkkokurssin tyylistä. (Kalliala 2002, 60, 64.) Oppimateriaalia valmistaessa tulee se tuottaa sellaiseen muotoon että se palvelee käyttäjiänsä parhaiten, huomioiden tekstin ymmärrettävyys kohderyhmässä ja oppimateriaalin muoto (Vilkkä & Airaksinen 2003, 51).

4 TARKOITUS JA TAVOITE

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Power point – pohjainen oppimateriaali digitaalisesta kuvantamisesta alkuvaiheen röntgenhoitajaopiskelijoille.

Digitaalinen kuvantaminen on vielä melko uusi tekniikka, jonka monipuolinen hyödyntäminen ja säteilyannosten vahva hallinta vaatii paljon perehtymistä (Lança & Silva 2013, 5). Oppimateriaalin tavoitteena on auttaa digitaalisen kuvantamisen teorian tiedon opiskelua, tutustuttaa digitaalisen detektorin ja kuvalevyjen toimintaan ja olla tukena työharjoittelun alkuvaiheessa. Oppimateriaalin tavoitteena on selkeyttää digitaalisen kuvantamisen teorian tiedon opiskelua. Oppimateriaalissa käsitellään digitaalisen kuvantamisen perusasioita.

Työn tekemistä tukevin taustakysymyksinä oli miten digitaalinen kuvantaminen tapahtuu, mitä digitaalinen kuvantaminen tarkoittaa ja mitä röntgenhoitajan tulee tietää digitaalisesta kuvantamisesta.

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

5.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulun lopputyönä valmistetaan opinnäytetyö, joka voi olla toiminnallinen, laadullinen tai määrällinen. Toiminnallisella opinnäytetyöllä pyritään jonkin tuotoksen tai tapahtuman valmistamiseen. Toiminnallisesta opinnäytetyöstä raportoitaessa tulee esitellä tämän tuotoksen tai tapahtuman valmistumista. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9, 39–40, 51.) Toiminnallisen opinnäytetyön valitsin, koska mielestäni oppiminen ja tämänkaltaisen ison työn toteuttaminen sujuu minulta parhaiten toiminnallista kautta ja että tuloksena syntyy jotain konkreettista. Asiat jäävät paremmin mieleen kun sitä pääsee tekemään omin käsin.

5.2 Suunnittelu ja ideointi

Tuotoksen lähtökohtana on sen kohderyhmä, jota varten työtä tehdään, tämä lähtökohta määrittää tuotteen toteutusta, sen sisällön ja muodon. Kohderyhmän tunteminen helpottaa rajaamaan työn laajuutta. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 40–41.) Omassa työssäni kohderyhmänä ovat opintojensa alussa olevat röntgenhoitajaopiskelijat. Tämä kohderyhmä tuntui järkevimmältä, koska opiskelun alkuvaiheessa perehdytään ensimmäisenä natiivikuvantamiseen eri kuvantamismenetelmistä. Seuraavissa kappaleissa esittelen toiminnallisen opinnäytetyöni tuotoksen valmistamisen eri vaiheita; oppimateriaalin suunnittelua, ideointia, työn toteuttamista ja lopuksi arvioin toteutuksen ja tuotoksen onnistumista opinnäytetyön pohdinta -otsikon alla.

Toiminnallisen opinnäytetyön valmistaminen aloitetaan aiheen ideoinnista. Sopivaa aihetta opinnäytetyölle voi miettiä aiheista jotka kiinnostavat itseä omissa opinnoissa. Työn toteuttaminen helpottuu kun aihe on motivoiva, itseä kiinnostava ja opiskelija haluaa kehittää itseään kyseisen aiheen kautta. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 23.) Digitaalisen natiivikuvantamisen valitsin työni teemaksi, koska natiivikuvantaminen kuvantamismenetelmänä on mielestäni mielenkiintoisin ja haastavin menetelmä röntgenhoitajan työssä. Pidän sitä perusosaamisalueena röntgenhoitajan diagnostisessa työssä.

Digitaalisuus natiivikuvantamisessa auttaa ja helpottaa paljon röntgenhoitajan työssä mutta toisaalta digitaalisuuden varaan voi luottaa liikaakin, jolloin oma oppiminen ja perehtyminen kuvausarvoihin ja kuvan laadun arviointiin unohtuu. Digitaalisen kuvantamisen yhteydessä tärkeä osa-alue on myös potilasannoksen hallitseminen. Digitaalisen kuvantamisen eri detektorityypeillä on omat toimintonsa jotka tuovat oman sisältönsä laitteiden kanssa toimimiseen ja niiden käyttämiseen, joidenka ymmärtäminen lisää digitaalisen kuvantamisen osaamista ja perehtyneisyyttä. Digitaalisen kuvantamisen monipuoliseen hallintaan vaaditaan paljon opiskelua ja harjoittelua. Omilla käytännön harjoittelujaksoilla huomasin natiivikuvantamisen haasteellisuuden; mitä enemmän oppii, sitä enemmän oppii huomaamaan omia virheitään ja puutteita. Oppiminen jatkuu edelleen työelämässä.

Toiminnallinen opinnäytetyö tulee suunnitella hyvin, työn idea ja tavoitteiden tulee olla selviä suunnitteluvaiheessa, jotta työtä osataan ohjata kohti näitä tavoitteita. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 26–27.) Opinnäytetyön suunnittelu alkoi keväällä 2013. Ideoin yhdessä opinnäytetyötä ohjaavan opettajan kanssa opinnäytetyön aihetta digitaalisesta natiivikuvantamisesta opiskelijoiden oppimateriaaliksi. Aihe täsmentyi tarkemmin tehdessäni opinnäytetyösuunnitelmaa. Toiminnallisessa opinnäytetyössäni tavoitteeksi tuli tuottaa opiskeluun tukimateriaali digitaalisen röntgenkuvantamisen perusteista.

Opinnäytetyön työstämisen aloitin syksyllä 2013 tekemällä opinnäytetyösuunnitelman. Digitaalisesta kuvantamisesta on kirjoitettu paljon ammattialan, erityisesti ulkomaisissa lehdissä. Kirjallisuutta aiheesta on myös, tosin suomenkielistä uutta kirjallisuutta löytyy huonosti.

Tavoitteiden ollessa selvillä, suunnitellaan millä keinoin tätä kohti päästään. Toiminnallisessa opinnäytetyössä ei varsinaisesti aseteta tutkimuskysymyksiä, niitä voi kuitenkin käyttää apuna itselle oman työn ja suunnitelman määrittämisessä. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 27, 30.) Työssäni ei ollut varsinaisia tutkimuskysymyksiä vaan mietin taustakysymykset, joiden tehtävänä oli tukea ja tuoda käsiteltävä asia konkreettisesti esille. Taustakysymyksinä olivat: Miten digitaalinen kuvantaminen tapahtuu? Mitä digitaalinen kuvantaminen tarkoittaa? Mitä röntgenhoitajan tulee tietää digitaalisesta kuvantamisesta?

Toiminnallisessa opinnäytetyössä tulee esitellä myös teoreettinen viitekehys työn pohjaksi, johon työn käytännön toteutus pohjautuu, pelkkä tuotos ei yksistään riitä toiminnalliseksi opinnäytetyöksi. Teorian ja käytännön yhdistäminen tuo esille että opiskelija pystyy yhdistämään nämä kaksi toisiinsa ja osaa käsitellä oman alansa teoriaa ja kehittää sitä. Aihealueen tietoperusta toimii opinnäytetyön apuvälineenä työn toteutuksessa. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 30, 41–42.)

Materiaalia työhön oli tarkoitus kerätä kirjallisuushauilla ja tarkastella työhön valittuja artikkeleita kirjallisuuskatsauksen tyyliä. Tietoperustaksi keräsin digitaalisesta kuvantamisesta ja sen detektorityypeistä teoriatietoa. Alkuvaiheessa röntgenhoitajanopinnot lukeutuivat myös teoriaosioon. Röntgenhoitajaopintojen käsittely teoriapohjana ei tuntunut kuitenkaan tämän työn kohdalla lopulta oleelliselta ja teoreettinen osio kohdistettiin digitaaliseen natiivikuvantamiseen ja verkko-oppimateriaaliin ja niiden tuottamiseen.

Tuotosta suunnitellessa, tulee miettiä, mikä formaatti palvelee kohderyhmää eniten ja mahdollinen tuotosteksti tulee tuottaa juuri kyseistä kohderyhmää varten. Toiminnallisen opinnäytetyön tuotoksesta syntyy yleensä kustannuksia painotuotteista tai muusta materiaalista. Jos työllä on toimeksiantaja, kustannukset jäävät yleensä tälle, tuotteen muotoseikoissa on huomioitava toimeksiantajan toiveet. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 51, 53.) Suunnitelmissa oli valmistaa oppimateriaali, jota alkuvaiheen opiskelijat voivat käyttää avuksi opiskellessaan digitaalisen natiivikuvantamisen perusteita. Alussa suunnitelmissa oppimateriaali oli ensin hyvin laaja kokonaisuus. Suunnitellessani oppimateriaalia, ymmärsin ettei aikatauluni ja omat valmiuteni riitä hyvin laajaan työhön, vaan tavoitteeksi tuli siisti ja yksinkertainen opiskelun apumateriaali Power point -pohjaisena. Power point – muodon valitsin sen helppokäyttöisyyden ja jakelun mahdollisuuksien vuoksi. Power point – esityksiä olen teh-

nyt aiemminkin opiskelun yhteydessä, joten sen käyttäminen oli jo ennestään tuttua. Power point – esitys on myös helppo jakaa käyttäjille sähköpostin liitetiedostona tai liittää esimerkiksi moodlen verkkokurssiin. Power pointin tuottaminen ja käyttöön ottaminen on käytännössä ilmaista, sillä tietokonetta ja sähköpostia opiskelijat joka tapauksessa käyttävät opiskeluissaan.

5.3 Toteutus

Toiminnalliseen opinnäytetyöhön liittyy aina tuotos ja raportti tuotoksen valmistamisesta, raporttiin kirjataan ylös keinot miten tuotos on saatu valmiiksi. Erilaisten tieto- ja ohjauspakettien kohdalla on syytä olla kriittinen lähteiden suhteen. Tietojen tulee olla paikkansa pitäviä ja koottu luotettavista lähteistä. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 53.) Opinnäytetyön raportin kokoamisen aloitin tammikuussa 2014. Suunnittelin ensin otsikot opinnäytetyöhön ja aloin työstämään teoriaosiota, johon hyödynsin opinnäytetyösuunnitelmaa varten kirjoittamaani aineistoa. Aineiston keräsin työhöni kirjallisuushakuna luotettavista julkaisuista, artikkeleista ja kirjoista, kerättyä aineistoa käsittelevä kirjallisuuskatsauksen tyyllisesti.

Tiedonhaun pohjana toimivat Luis Lançan ja Augusto Silvan artikkelit Digital radiography detectors - A technical overview part1 ja part2 (2008) ja kirja Digital imaging systems for plain radiography (2013). Näistä artikkeleista ja kirjasta sain vinkkiä toimivista englanninkielisistä hakusanoista. Hakusanoina käytin digital radiography, direct digital detectors ja digital radiology. Aineiston hankintaan käytin muun muassa Pubmed, Medic, Cinahl ja Nelli-portaalin monihaku – ohjelmaa. Tässä työssä käytetty aineisto on peräisin pääosin radiologian kansainvälisistä ammattialan lehdistä ja muista julkaisuista ja kotimaisesta radiologian kirjallisuudesta. Etenkin lehtien kohdalla aineisto oli ajankohtaista. Artikkelien luotettavuutta arvioin niiden julkaisijan perusteella, kansainvälisessä radiologian ammattilehdessä julkaistua artikkelia pidin luotettavana lähteenä. Käyttämiäni artikkeleita oli käytetty myös lähteinä muissa artikkeleissa, joka kertoi niiden hyödyllisyydestä ja luotettavuudesta.

Tiedonhankintaa työn raportoinnissa on hyvä esitellä tarkasti, jotta voidaan vakuuttua tietojen luotettavuudesta. Toiminnallisessa opinnäytetyössä kerättyä aineistoa ei analysoida niin järjestelmällisesti kuin tutkimuksellisessa työssä. Materiaalin kerääminen tulee kuitenkin suunnitella ennakoon, on hyvä tietää tarkasti millaista tietoa työn toteutukseen tarvitaan, jotta tiedonhaku osataan kohdentaa oikein. Aihetta käsittelevä kirjallisuus ja aiemmat tutkimukset avustavat työn tekijää omassa työssään. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 55, 59.) Kirjallisuushakuja tein kolmena eri päivänä. Tavoitteena oli hakea hakukone kerrallaan artikkeleita edellä mainituin hakusanoin. Artikkelien otsikkojen mukaan valitsin tarkemmin tarkasteltavia artikkeleita. Tarkastelin siis artikkelin otsikon perusteella käsitteleekö artikkelin aihe omaa työtäni. Karkeasti seulottuani artikkeleita, tarkastelin niiden tiivistelmiä ja johdantoja, joiden perusteella valitsin käyttööni artikkeleita, jotka selkeästi käsittelevät omaa aihettani. Näiden artikkelin tuli käsitellä digitaalista kuvantamista, natiivikuvantamisen perusteita, digitaalisen kuvantamisen detektorityyppejä, röntgenhoitajan työtä digitaalisen kuvantamisen yhteydessä tai digitaalisen kuvantamisen ja kuvalevykuvantamisen eroja. Lisäksi materiaalin tuli olla suomen- tai englanninkielistä ja materiaalin tuli olla saatavilla ilman erillistä korvausta.

Nelli monihaku – ohjelma tarjosi 50 viitettä, joista otsikon perusteella yksikään ei sopinut aiheeseen. Pubmedin haku tuotti 38 viitettä, joista valitsin otsikon perusteella 8 viitettä. Medicin haku tuotti 38 viitettä, joista vain yksi sopi otsikon perusteella aiheeseeni. Cinahlin haku tuotti 44 viitettä, joista otsikon mukaan valitsin 12 artikkelia, yksi näistä ei kuitenkaan ollut saatavissa. Kirjallisuushakuja tehdessäni käytin hyväksi hakukoneiden toimintoja ”related searches” ja ”related citations in...” eli hakukone ehdotti vastaavankaltaisia artikkeleja tai aiheeseen liittyviä artikkeleita. Näitä artikkeleita valitsin 10, joista yksi ei ollut enää saatavissa kun aloin tarkastelemaan sitä uudelleen.

Valikoidusta aineistosta valitsin opinnäytetyöhön käytettävän materiaalin tarkastelemalla artikkelien relevanttiutta. Tarkemmin tarkasteltavia artikkeleita oli 29, joiden johdantoja ja tiivistelmiä lukien valitsin artikkeleita niiden sisältöjen perusteella työhöni. Tässä vaiheessa jätin artikkeleista 11 pois työstäni aiheen sivuamisen vuoksi. Valitsin opinnäytetyöhöni tarkasteltavaksi 18 artikkelia. Taustakysymykset; ”Miten digitaalinen kuvantaminen tapahtuu, mitä digitaalinen kuvantaminen tarkoittaa ja mitä röntgenhoitajan tulee tietää digitaalisesta kuvantamisesta”, pidin mielessäni suunnitellessani tiedonhakua ja artikkelien valikoimista. Tarkastelin artikkeleita näiden kysymysten kautta ja miten kyseiset artikkelit auttavat luomaan vastauksia näihin kysymyksiin.

Artikkeleihin perehdyin tarkemmin lukemalla niitä läpi ja pohtien niissä määrällisesti eniten esiintyviä asioita ja niiden liittymistä omaan tuotokseeni. Kirjasin jokaisesta artikkelista niissä käsitellyt aiheet ylös kirjallisuuskatsauksen tapaan, jotta saisin kokonaiskuvan mitä aiheita artikkeleissa käsitellään eniten ja mitkä asiat näin ollen nousevat oleellisiksi digitaalisen kuvantamisen kannalta. Eniten käsiteltyjä aiheita olivat detektorityyppien ja tekniikan esittely, digitaalisen kuvantamisen edut ja kuvanlaatu. Kuvalevy kuvantamista ei kaikissa artikkeleissa tuotu esille, jolloin nämä artikkelit keskittyivät enemmän digitaaliseen kuvantamiseen, kuvan laatuun ja potilaalle tulevaan säderasitukseen. Suoraa ja epäsuoraa digitaalista kuvantamista käsitteli 10 artikkelia, loppuissa nämä digitaalisen kuvantamisen muodot mainittiin tai ne käsittelivät kokonaisuudessaan muita aiheita. Puolet artikkeleista käsitteli filmikuvantamisen, kuvalevykuvantamisen ja digitaalisen kuvantamisen historiaa ja tekniikan kehittymistä. Muita vain muutamissa artikkeleissa käsiteltyjä aiheita olivat röntgenhoitajan työ yhdistettynä digitaaliseen kuvantamiseen, kannettavat detektorit, digitaalisen kuvantamisen tulevaisuuden näkymät, CCD-kenno, pikselien koko ja matriisin koko ja kuvan muokkaus.

Kirjallisuushaun pyrin tekemään mahdollisimman tarkasti ja luotettavasti, toteuttaen samaa kaavaa eri tietokantojen kohdalla. Artikkelien mukaanotto kriteereitä otsikon ja sisällön perusteella pyrin noudattamaan tarkasti samanlaisena jokaisen artikkelin kohdalla. Aineistoa oli 18 eri artikkelia tai kirjaa, joten käsitelty aineisto oli melko monipuolista ja käsitelty aineisto oli nykyaikaista ja luotettavista lähteistä peräisin. Kirjallisuuskatsaus toimi tässä työssä hyvin, sillä artikkeleita oli kuitenkin melko paljon ja niiden käsittely olisi ollut muutoin hankalaa. Nyt niistä oli helppo nostaa esiin oleelliset asiat.

Toiminnallisen opinnäytetyön raportissa kerrotaan työn vaiheet tarkasti, kuvaillaan työn etenemistä ja arvioidaan tuotoksen onnistumista. Tuotos on oma kokonaisuutensa, joka eroaa opinnäytetyöraportista. Tuotos valmistetaan kohderyhmälleen ja on suunniteltu kohderyhmänsä näköiseksi, sen ei ole tarkoitus olla samassa linjassa opinnäytetyöraportin kanssa. (Vilkka & Airaksinen 2003, 65.) Olin suunnitellut että opinnäytetyöni tuotos eli oppimateriaali digitaalisesta kuvantamisesta tulisi olemaan Power point – esitys. Power point -esitystä varten kokosin pohjan artikkelien perusteella, eli mitä asioita oppimateriaali tulisi sisältämään.

Halusin tehdä Power point -diasarjasta pelkistetyt, jotta teksti olisi pääosassa. Pohjaväriksi valitsin rauhallisen vihreän värin ja mustan tekstin, jotta teksti näkyisi kunnolla. Diasarjassa ei ole muuta kuva materiaalia kuin yksi havainnollistava kuva. Diasarjan suunnittelun vaiheessa en osannut miettiä, että työ tarvitsisi jotain työtä elävöittävää, joten käytettävissä oleva materiaali oli hyvin vähäistä tekijänoikeudellisten syiden vuoksi. Creative Commons – hakuohjelman kautta löysin diasarjassa esillä olevan kuvan, jolla on vapaa esitysoikeus kuvaajan nimen ollessa kuvan yhteydessä. Diasarjan tekstit ovat hyvin pelkistetyt, dioissa käsitellään vain niitä asioita digitaalisesta kuvantamisesta, jotka nousivat esiin kirjallisuuskatsauksesta, kuitenkin sillä ajatuksella että materiaalin lukijat tutustuvat digitaaliseen röntgenkuvantamiseen ensimmäisiä kertoja. Oppimateriaali sisältää kymmenen digitaaliseen kuvantamiseen liittyvää otsikkoa, joidenka alle olen kirjannut perusasioita digitaalisesta kuvantamisesta. Käsitelen lyhyesti digitaalista kuvantamista yleisesti, säteilyn tuottoa, erilaisia kuvailmaisimia, suoraa ja epäsuoraa digitaalista kuvantamista, digitaalisen kuvantamisen optimointia, röntgenkuvantamisessa käytettäviä arvoja, digitaalista kuvaa, kuvanlaatua ja digitaalisen kuvantamisen etuja.

Keväällä 2014 kokosin opinnäytetyön raporttiosiota kiihtyvällä tahdilla huhtikuuhun asti. Raporttiosiota viimeistelin vielä huhtikuun alussa. Maaliskuussa osallistuin ABC-työpajaan, josta sain paljon aineksia työn jatkoa varten. Oppimateriaalin työstäminen jäi hyvin myöhäiseen vaiheeseen opinnäytetyöprosessissa, oppimateriaalia kokosin maaliskuussa ja Power point -esityksen tein maaliskuun vaihteessa.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön perustana on sen tutkimuksellinen luonne, jonka pitää näkyä myös toiminnallisessa opinnäytetyössä. Käsiteltävää aihetta tulee tarkastella arvioivasti, unohtamatta teoreettista pohjaa, johon aihe perustuu lähtökohtaisesti. Omaa työtä arvioidaan kriittisesti ja oppimisprosessin tulisi näkyä arvioinnissa. Arvioinnissa tarkastellaan ideaa, aihepiiriä, tavoitteiden saavuttamista, teoreettista viitekehystä, tietoperustaa ja kohderyhmää. Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet ei välttämättä tule tavoitetuiksi, tavoitteiden jäädessä saavuttamattomiksi tulee sekin kertoa avoimesti ja käsitellä miksi ne jäivät saavuttamatta, sillä se on osa opinnäytetyöprosessia että oppimisprosessia. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 154–155.)

Opinnäytetyöni oli toiminnallinen opinnäytetyö, jossa tarkoituksena oli tehdä oppimateriaali Power point – muodossa digitaalisen kuvantamisen perusteista alkuvaiheessa oleville röntgenhoitajaopiskelijoille. Oppimateriaalin tavoitteena on tukea ja auttaa alkuvaiheen opiskelijoita digitaalisen kuvantamisen opiskelussa, tutustuttaa digitaalisen detektorin ja kuvalevyjen toimintaan.

Tuotoksen arviointia voi suorittaa työn tekijän lisäksi suunniteltu kohderyhmä, jotta näkökulma arvioinnille olisi oikea, eikä arviointi jäisi subjektiiviseksi. Tuotoksen tulisi olla kohderyhmälleen kiinnostava ja jotain uutta antava. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 157–161.) Ulkopuolista arvioita omasta tuotoksesta eli oppimateriaalista ei ollut mahdollista saada kiireisen aikataulun vuoksi, joten arviointi jäi hyvin subjektiiviseksi. Oppimateriaalin käytettävyydestä tai mahdollisista kehitysehdotuksista ei näin ollen saatu tietoa. Mikäli tuotosta olisi testattu ja aikaa muokkauksille olisi ollut, olisi työhön saatu varmasti paljon kehitysideoita ja tuotoksesta olisi tullut pätevämpi oppimateriaali.

Tuotoksesta arvioidaan sen valmistustapaa ja miten se on sujunut, onko valmistunut tuotos toimiva kokonaisuus ja onko siitä hyötyä. Tuotoksesta voi jäädä jotain puuttumaan tai jotain voi epäonnistua, nämä seikat on hyvä tuoda esiin ja käsitellä niihin johtavia mahdollisia syitä. Loppuraportin valmistumista ja onnistumista tulee myös arvioida. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 157–161.)

Aihetta ideoin ohjaavan opettajan kanssa keväällä 2013. Natiivikuvantamisen käsittelyn opinnäytetyössäni valitsin sen mielenkiintoisuuden vuoksi. Työn tarkoitus eli oppimateriaalin valmistaminen saatiin aikaan, tuotos itsessään on kuitenkin melko suppea ja käsittelee digitaalistakuvantamisen perusasioita hyvin pinnallisesti, eikä tuotosta voida pitää kovin syväluotaavana materiaalina aiheeseen. Oppimateriaalin tavoite olla apuna digitaalisen kuvantamisen teorian tiedon opiskelussa, tutustuttaa digitaalisen detektorin ja kuvalevyjen toimintaan ja olla tukena työharjoittelun alkuvaiheessa, ei mielestäni työssä toteudu tuotoksen pinnallisuuden vuoksi. Tuotoksen ulkoasu on yksinkertainen ja siis, mitä tuotokselta tavoittelinkin, aihetta ilmentävää kuvamateriaalia olisi työssä kuitenkin voinut käyttää paljon enemmän kuin sitä nyt käytettiin. Tekstiosiot vastasivat tavoitteita pitää aiheen käsittely yksinkertaisena, sillä Power point – dioihin mahtuvan tekstin määrä on rajallinen. Lyhyitä tekstikappaleita on myös helpompi lukea. Tuotoksen kirjallisessa ilmaisussa on pyritty huomioimaan kohderyhmän käsitys aiheesta.

Suunnitteluvaiheessa mielikuva tuotoksesta oli hyvin iso ja kattava teos, jota piti työn edetessä muokata pienemmäksi ja pääasioihin pureutuvaksi kokonaisuudeksi omien taitojen ja kykyjen tullessa vastaan. Tuotoksen toteutusta ei suunniteltu riittävän tarkasti, mikä näkyy tuotoksen puutteellisuutena kuten esimerkiksi kuvamateriaalin vähyytenä. Tuotoksen valmisteluvaiheessa olisi ollut syytä pyytää ohjausta ohjaavalta opettajalta mutta tähän ei ollut riittävästi aikaa.

Opinnäytetyön raportti eteni hyvää tahtia, tosin senkin suhteen aikataulu kävi lopulta liian tiukaksi. Opinnäytetyön ja tuotoksen suunnitteluun ei käytetty riittävästi aikaa mikä tuntui opinnäytetyön työstämisen vaiheessa epävarmuutena oman työn suuntalinjoista. Opinnäytetyötä varten nostetut taustakysymykset: ”Miten digitaalinen kuvantaminen tapahtuu, mitä digitaalinen kuvantaminen tarkoittaa ja mitä röntgenhoitajan tulee tietää digitaalisesta kuvantamisesta jäivät hieman syrjään, eikä tuotos näin ollen vastaa näihin kysymyksiin. Taustakysymyksiä olisi voinut huomioida enemmän aineiston hankinnassa ja käsittelyssä.

Kirjallisuushaun suunnittelu ja toteuttaminen tapahtui hätäisesti, aineistoa löytyi mutta aineisto ei kaikilta osin vastannut taustakysymyksiin. Kirjallisuushaun toteutuksen tarkempi kirjaaminen olisi myös helpottanut työn toteuttamista. Kerätty materiaali ei vastannut kaikin osin opinnäytetyön aihetta ja materiaalia on tarkasteltu hieman väärästä näkökulmasta. Tiedonhaun kautta kerätystä materiaalista ei löytynyt kaikkia niitä asioita, tai ne oli jätetty sivuseikaksi, joita itse pidän digitaalisessa röntgenkuvantamisessa oleellisena. Opetusmateriaaliin päätin lisätä digitaalista kuvaa ja kuvausarvoja ja käsittelevät osiot, jotka kirjallisuuskatsauksessa ei saanut kovin montaa esiintymää. Kirjallisuuskatsaus tyyppinen artikkelien käsittelytapa toimi työssä menetelmänä hyvin. Kaikki artikkelit tuli käsiteltyä samalla lailla ja niissä esiintyvät asiat oli helposti löydettävissä kun olin ne kirjannut itselleni ylös.

Työn edetessä avautui uusia ideoita ja ajatuksia työn toteuttamisesta mutta näihin ideoihin ei ollut mahdollista ryhtyä, jotta työ etenisi suunnitellun aikataulun ja suunnitelman mukaisesti. Ymmärrys ja mielenkiinto työn aiheeseen kasvoivat myös koko opinnäytetyöprosessin ajan. Opin paljon digitaalisesta kuvantamisesta ja verkkomateriaalien tuottamisesta ja käyttämisestä. Natiivikuvantamisen käytännön kokemukset ja ymmärrys röntgenhoitajan työstä ovat olleet tässä työssä vahvuutenani. Työn tekeminen kehitti ammatillista identiteettiäni. Vastaavanlaisen prosessin uudelleen tekemiseen minulla olisi paljon uusia ajatuksia ja parannettavaa työskentelymenetelmiini, työn tarkempaan suunnitteluun panostaisin enemmän, sillä se helpottaisi työn toteuttamista. Opinnäytetyön lähdemateriaalina oli paljon englanninkielisiä artikkeleita, joiden lukeminen on harjaantunut työn edetessä. Lisäksi oman ammattialan englanninkielisen sanasto on karttui.

Opinnäytetyön valmistamisesta voi syntyä uusia ajatuksia tai ideoita jatkotutkimukselle, nämä ideat on hyvä kirjata loppuraporttiin mahdollista toimeksiantajaa varten tai muille opiskelijoille opinnäytetyöideoiksi. Oma pohdinta näkyy jatkoideoiden työstämisessä. (Vilka & Airaksinen 2003, 157–161.) Tekemäni tuotos ei tämänkaltaisena raakileversiona voisi toimia todellisuudessa oppimateriaalina, käyttöön tarkoitettussa oppimateriaalissa tulisi olla mielenkiintoisia kuvia, tarkkaa tietoa käsitellystä aiheesta, opiskelijoita kiinnostavia näkökantoja ja huumoria jotta hankalakin asia tuntuisi helpolta ja

mukavalta oppia. Tätä versiota voisi käyttää oppimateriaalin pohjana, johon kerätä nyt käsitellyistä asioista lisämateriaalia ja kuvia. Oppimateriaalia voisi kehittää erityisesti opiskelijoiden tekemän arvioinnin kautta.

Opinnäytetyön tekeminen oli pitkä ja vaativa prosessi. Opiskeluja viivästytti pitkä opiskelutauko äitiysloman vuoksi ja uudessa elämäntilanteessa sopeutuminen opiskeluun takaisin tuntui hankalalta. Tätä aihetta ja opinnäytetyötä aloin työstämään toden teolla syksyllä 2013. Opinnäytetyön tekeminen muuttui aktiivisemmaksi työn edetessä ja mielenkiinto aihetta kohtaan kasvoi koko ajan. Opinnäytetyön raportin työstäminen oli mielenkiintoista ja myös hyvin haasteellista. Työn kokoaminen eteni pala palalta ja aina uutta saavuttaessa ymmärrys kokonaisuutta kohtaan kasvoi.

Aikataulun suunnittelu ja toteuttaminen oli omalla kohdallani huonoa, opiskelun kanssa ajankäytöstä kilpailivat perhe-elämä ja työnteko. Halusin itse tehdä opinnäytetyötä yksin, jotta voin itse tehdä päätöksiä ja tehdä työtä omalla ajallani. Yksin tehdessä on myös huonoja puolia, yksin jää ilman toisen tekijän tukea ja ajatuksia, yhdessä tehdessä paine työskentelylle kasvaa ja varmasti tämäkin työ olisi valmistunut ajallansa. Toisinaan kaipasin myös tuotetun tekstin tarkastamiseen ja suunnitteluun kaveria, jota käsitelty aihe todella kiinnostaisi, sillä omaa tekstiä ja sen virheitä ei osaa katsoa riittävän kriittisesti.

LÄHTEET

- Aranibar, R. 2009. Portable DR detectors in the U.S. DR/CR markets: Recent trends and developments. [verkkojulkaisu] Frost & Sullivan market insight. [viitattu 19.10.2013]. Saatavissa: [https://www.frost.com/sublib/display-market insight](https://www.frost.com/sublib/display-market+insight)
- Chotas, H. G., Dobbins, J.T. & Ravin, C.E. 1999. Principles of digital radiography with large-area, electronically readable detectors: a review of the basics. *Radiology* [verkkolehti] 210 (3), 595–599 [viitattu 20.10.2013]. Saatavissa: <http://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/radiology.210.3.r99mr15595>
- Compagnone, G., Baleni, M. C., Pagan, L., Calzolaio, F. L., Barozzi, L. & Bergamini, C. 2006. Comparison of radiation doses to patients undergoing standard radiographic examinations with conventional screen-film radiography, computed radiography and direct digital radiography. *British journal of radiology* [verkkolehti] 79 (947), 899–904 [viitattu 20.10.2013]. Saatavissa: <http://bjr.birjournals.org/content/79/947/899.full>
- Jurvelin, J. S. 2005a. Radiologiset kuvantamismenetelmät. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia*. Helsinki: Sanoma Pro, 11–14.
- Jurvelin, J. S. 2005b. Röntgenkuvaus. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia*. Helsinki: Sanoma Pro, 32–42.
- Kalliala, E. *Verkko-opettamisen käsikirja*. 2002. Helsinki: Oy Finn Lectura Ab.
- Keränen, V. & Penttinen, J. *Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas*. 2007. Jyväskylä: WSOY-pro/Docendo-tuotteet.
- Körner, M., Weber, C. H., Wirth, S., Pfeifer, K.-J., Reiser, M. F. & Treitl, M. 2007. Advances in digital radiography: Physical principles and system overview. *RSNA Radiographics* [verkkolehti] 27 (3), 675–687 [viitattu 6.10.2013]. Saatavissa: <http://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/rg.273065075>
- Lança, L. & Silva, A. 2008a. Digital radiography detectors –A technical overview: Part 1. *Radiography* [verkkolehti] 15 (1), 58–62 [viitattu 22.9.2013]. Saatavissa: http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloadaddocument/9781461450665-c1.pdf?SGWID=0-0-45-1368105-p174548440
- Lança, L. & Silva, A. 2008b. Digital radiography detectors –A technical overview: Part 2. *Radiography* [verkkolehti] 15 (1), 134–138 [viitattu 22.9.2013]. Saatavissa: http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloadaddocument/9781461450665-c1.pdf?SGWID=0-0-45-1368105-p174548440
- Lança, L. & Silva, A. 2013. *Digital imaging systems for plain radiography*. New York. Springer. E-kirja. Saatavissa: <https://aapeli.amkit.fi/vwebv/search?searchArg=Digital+imaging+systems+for+plain+radiography>

Lehnert, T., Naguib, N. N., Ackermann, H., Schomerus, C., Jacobi, V., Balzer, J. O. & Vogl, T. J. 2011. Novel, Portable, Cassette-Sized, and Wireless Flat-Panel Digital Radiography system: Initial workflow results versus computed radiography. *American Journal of Roentgenology* [verkkolehti] 196 (6), 1368–1371 [viitattu 6.10.2013]. Saatavissa <http://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/AJR.10.5867>. 1370

Marsh, D. & Malone, J. 2001. Methods and materials for the measurement of subjective and objective measurements of image quality. *Radiation Protection Dosimetry* [verkkolehti] 94 (1-2), 37–42 [viitattu 7.10.2013]. Saatavissa: <http://rpd.oxfordjournals.org/content/94/1-2.toc>

Opetushallitus. 2012. Opettajan verkkopalvelu. *E-oppimateriaalin laatukriteerit*. [viitattu 10.1.2014]. [päivitetty 30.11.2012] Saatavissa: http://www.edu.fi/verkko_oppimateriaalit/e-oppimateriaalin_laatukriteeri

Prokop, M. & Schaefer-Prokop, C. M. 1997. Digital image processing. *European Radiology* [verkkolehti] 7 (3), 73–82 [viitattu 1.3.2014]. Saatavissa: <http://www.springer.com/medicine/radiology/journal/330> .

Samei, E. 2003. Performance of Digital Radiographic Detectors: Factors Affecting Sharpness and Noise. *Radiological Society of North America* [verkkojulkaisu] 49-61 [viitattu 20.3.2014]. Saatavissa: <http://www.aapm.org/meetings/amos2/pdf/29-7979-41789-512.pdf>.

Seibert J. A., Bogucki T. M., Ciona T., Huda W., Karellas A., Mercier J. R., Samei E., Shepard S. J., Stewart B. K., Strauss K. J., Suleiman O. H., Tucker D., Uzenoff R. A., Weiser J. C. & Willis C. E. 2006. *Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems. AAPM Report no. 93*. [verkkojulkaisu] American Association of Physicists in Medicine [viitattu 20.3.2014]. Saatavissa: http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_93.pdf

Spahn, M. Flat detectors and their clinical applications. 2005. *European Radiology* [verkkolehti] 15 (9), 1934–1947 [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa: <http://www.fisica.unisa.it/>

Säteilylaki L1991/592. *Finlex. Lainsäädäntö* [viitattu 2.3.2014]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>

Säteilyturvakeskus. 2014. *Röntgentutkimuksella selviää vamma tai sairaus* [päivitetty 28.2.2014]. Viitattu 6.4.2014. Saatavissa: http://www.stuk.fi/sateilynhyodyntaminen/terveydenhuolto/rontgen/fi_FI/index/

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Pukkila, O. (toim.) *Säteilyn käyttö*. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 13-171.

Tsoukatos, G. 2010. The Emergence of Portable Flat-Panel DR Detectors in Medical Imaging. *ERadiology* [verkkosivu] [julkaisu päivä 12.28.2010] [viitattu 7.3.2014]. Saatavissa: <http://www.eradiology.com/site/article.cfm?ID=760&mode=ce#.UxntEIXqRKS>

Uusikylä, K. & Atjonen, P. *Didaktiikan perusteet*. 2005. 3., uudistettu painos. Helsinki: WSOY Pro.

Vano, E. Fernandez Soto, J. M. 2007. Patient dose management in digital radiography. *Biomedical Imaging and Intervention Journal* [verkkolehti] 3(2), [viitattu 17.3.2014]. Saatavissa: <http://www.bijj.org/2007/2/e26>

Vilkka, H. & Airaksinen, T. *Toiminnallinen opinnäytetyö*. 2003. 1.-2., painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.